

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-168094

(43)公開日 平成11年(1999) 6月22日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 21/31

H 0 1 L 21/31

C

C 2 3 C 16/44

C 2 3 C 16/44

D

16/50

16/50

H 0 1 L 21/205

H 0 1 L 21/205

審査請求 有 請求項の数23 O L (全 18 頁)

(21)出願番号

特願平9-332571

(22)出願日

平成9年(1997)12月3日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 湯田 克久

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

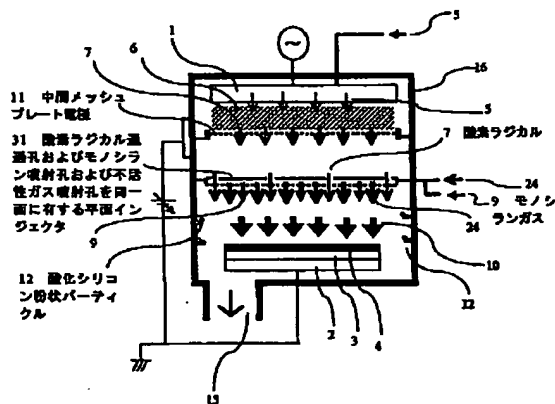
(74)代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54)【発明の名称】 プラズマCVD装置

(57)【要約】

【課題】 中間メッシュプレート電極およびガスインジェクタに付着しやすい粉状パーティクルの生成、付着を抑制または防止する。また、中間メッシュプレート電極およびガスインジェクタ表面で厚膜化した酸化シリコン膜が剥離するの抑制または防止する。

【解決手段】 高周波印加電極1と中間メッシュプレート電極11との間で酸素プラズマ6を発生させ、中間メッシュプレート電極11を通過した酸素ラジカル7と平面インジェクタ31から噴射されるモノシランガス9とを反応させ、基板3上へ酸化シリコン膜4を形成する。平面インジェクタ31に独立に設けられた複数のモノシランガス噴射孔および酸素ラジカル通過孔の間にヘリウムなどの不活性ガス噴射孔を有しており、平面インジェクタ付近での酸素ラジカルとモノシランガスの急激な反応を抑制し、急激な反応で生成しやすい酸化シリコン粉状パーティクルの生成および平面インジェクタへの付着を抑制又は防止する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有するプラズマCVD装置において、前記中間メッシュプレート電極を通過したラジカルと材料ガスとの前記中間メッシュプレート電極近傍での反応を抑制する機構を有することを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項2】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記中間メッシュプレート電極を通過したラジカルと材料ガスとの、前記材料ガスインジェクタ近傍での反応を抑制する機構を有することを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項3】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記中間メッシュプレート電極と前記材料ガスインジェクタの間に不活性ガスインジェクタを有することを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項4】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記中間メッシュプレート電極が、プラズマ発生領域で生じたラジカルを通過させる孔と、不活性ガスを噴射する孔を有することを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項5】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有するプラズマCVD装置において、前記中間メッシュプレート電極が、プラズマ発生領域で生じたラジカルを通過させる孔と、材料ガスを噴射させる孔と、不活性ガスを噴射する孔を有することを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項6】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間にガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、上記ガスインジェクタが、プラズマ発生領域で生じたラジカルを通過させる孔と、材料ガスを噴射させる孔と、不活性ガスを噴射する孔を有することを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項7】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有するプラズマCVD装置において、前記中間メッシュプレートに堆積した膜が剥離するのを抑制する手段を有することを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項8】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記材料ガスインジェクタに堆積した膜が剥離するのを抑制する手段を有することを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項9】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記材料ガスインジェクタは、材料ガスインジェクタ材料と成膜材料との熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料で形成されていることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項10】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記材料ガスインジェクタは、被覆材料により被覆されており、その被覆材料と成膜材料との熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料で被覆されていることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項11】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記中間メッシュプレート電極は、中間メッシュプレート電極材料と成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料で形成されていることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項12】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記中間メッシュプレート電極は、被覆材料により被覆されており、その被覆材料と成膜材料との熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料で被覆されていることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項13】請求項3記載のプラズマCVD装置において、少なくとも前記不活性ガスインジェクタ表面の材料と成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さいことを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項14】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有するプラズマCVD装置において、前記中

間メッシュプレート電極が100℃以上の温度を有することができるような構造であることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項15】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記材料ガスインジェクタが100℃以上の温度を有することができるような構造であることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項16】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記材料ガスインジェクタが、発熱体を含んで構成されていることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項17】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記中間メッシュプレート電極が、発熱体を含んで構成されていることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項18】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記材料ガスインジェクタが、発熱体と接続されていることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項19】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記中間メッシュプレート電極が、発熱体と接続されていることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項20】請求項3記載のプラズマCVD装置において、前記ガスインジェクタが100℃以上の温度を有することができるような構造であることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項21】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記材料ガスインジェクタは、ヒーターを備える基板設置側電極との距離が120mm以下であることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項22】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレ

ート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置の中間メッシュプレートは、ヒーターを備える基板設置側電極との距離が120mm以下であることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項23】中間メッシュプレート電極の形状が四角形であることを特徴とする請求項1～22のいずれかに記載のプラズマCVD装置。

【発明の詳細な説明】

10 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プラズマ生成領域と基板プロセス領域を分離する中間メッシュプレート電極を有するプラズマCVD装置に関するもので、特にチャンバ内部品に堆積したパーティクルの浮遊および膜片剥離の抑制に関するものである。

【0002】

【従来の技術】プラズマダメージを抑制しながら基板へ膜形成を行うプラズマCVD法の1つに、プラズマ発生領域と被堆積基板を空間的に分離するリモートプラズマCVD法があり、半導体デバイスプロセスにおいて、高信頼性デバイスや高性能デバイスが作製可能な薄膜形成法として重要な技術となっている。大面積フラットパネルディスプレイのスイッチングトランジスタ形成プロセスと駆動回路トランジスタ形成プロセス、および大口徑シリコンウエハプロセスなどの大型基板薄膜形成プロセスに対応できるリモートプラズマCVD装置としては、例えば特開平5-21393号公報に開示されているように、平行平板プラズマCVD装置において高周波印加電極と被堆積基板の設置される対向電極の間に、複数の孔が開いたメッシュプレート電極を設置し、この中間メッシュプレート電極と高周波印加電極との間でプラズマを閉じこめる平行平板リモートプラズマCVD装置が知られている。この平行平板リモートプラズマCVD装置は、大型ガラス基板上薄膜トランジスタにおけるゲート絶縁膜となる酸化シリコン膜や窒化シリコン膜、同じく大型ガラス基板上薄膜トランジスタにおける活性層やゲート電極となる非晶質シリコン膜、大型Si基板上トランジスタ素子における層間絶縁膜となる酸化シリコン膜や窒化シリコン膜、などに特に有用である。

40 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図を図28に示し、酸化シリコン膜を成膜する場合に酸化シリコン粉状パーティクルが生成、付着する様子を説明する。リモートプラズマCVD装置において、例えばモノシランガス9と酸素ガス5を材料ガスとして酸化シリコン膜4の形成を行う場合、図28に示すように、チャンバ内壁だけでなくモノシランガス9などを導入する材料ガスインジェクタ8や中間メッシュプレート電極11にも酸化シリコン膜が堆積する。ここで材料ガスインジェクタ8付近ではモノシ

ランガス9と拡散してきた酸素ラジカル7の反応が激しく、材料ガスインジェクタ8および材料ガスインジェクタの近くに位置する中間メッシュプレート電極11への酸化シリコン堆積膜厚は被堆積基板3よりも厚く、膜は酸化シリコン粉状パーティクル12を含みやすい。さらに従来のリモートプラズマCVD装置においては、材料ガスインジェクタ8および中間メッシュプレート電極11の温度は、ヒーターを含む基板側対向電極2のヒーターからの輻射熱を考慮しても高々70℃であり、低温であればあるほど堆積膜が粉状になってしまう。なお酸化シリコン膜およびその他のCVD膜は一般に、低温、高速堆積、高圧の成膜条件下において粉状になりやすいという性質をもつ。

【0004】この粉状パーティクル12が浮遊してデバイスを形成する被堆積基板3上に付着し、その被堆積基板3に付着した酸化シリコン粉状パーティクル14の上へ膜が形成されると、パーティクル付着箇所は絶縁性が非常に低くなり、MOS素子のゲート絶縁膜や層間絶縁膜に不適なものとなってしまう。

【0005】また図29に従来の材料ガスインジェクタの概略図を示し、付着した酸化シリコン膜が厚膜化し、膜片が剥離する様子を説明する。図29に示すように、材料ガスインジェクタ22は通常ステンレス製であり、酸化シリコン膜とステンレスとの熱膨張係数差のために、チャンバ温度の変化で堆積酸化シリコン厚膜18にクラック17が入り、ステンレス製材料ガスインジェクタ22から酸化シリコン膜片21が剥離する。剥離膜片21が膜形成時に被堆積基板上に付着しその上に膜が形成されると、前記粉状パーティクルの場合と同様にMOS素子のゲート絶縁膜や層間絶縁膜として不適なものになってしまう。

【0006】以上の問題を回避するために、チャンバ部品のドライエッチングクリーニングやウエットエッチングクリーニングを頻繁に行う方法もあるが、この方法では生産性を低下させてしまう。

【0007】ところで、特開平5-291240号公報には、反応室底部のデポ物が剥離または浮遊することにより基板上にパーティクルとして堆積するのを防止する技術が開示されている。この技術では、反応室底部に付けられた多数の小穴から窒素または不活性ガスを反応室へ流し込みながらプラズマCVD膜を形成する。これにより余剰のガスが反応し合って反応室底部に落下しても窒素ガス等が吹き出しているため底部に付着せず排気されてしまうとしている。

【0008】また、実願昭61-55174号のマイクロフィルム(実開昭62-166627号)には、チャンバのイオンソース側に隔壁を設けて、その隔壁にて作られた副室の側壁に希ガスを導入する希ガス導入口を設け、イオン・プラズマ或いは粒子と共に入ってきたゴミの流れと直交する方向より希ガスを導入する技術が開示

されている。これにより、希ガスがゴミとぶつかりゴミが散乱するためゴミが直接ウェハに到達しないとしている。

【0009】しかし、これらの公報においても、材料ガスインジェクタや中間メッシュプレート電極に膜が堆積してしまうのを防ぐことはできない。

【0010】本発明の目的は、チャンバ部品への粉状パーティクル堆積および熱膨張係数差によるチャンバ部品からの膜剥離を抑制できるようなプラズマCVD装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため本発明は、プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有するプラズマCVD装置、または中間メッシュプレートと基板との間に材料ガスインジェクタを有する前記プラズマCVD装置において、以下のような手段をとったことを特徴とする。

(1) 中間メッシュプレート電極近傍で、材料ガスの反応を抑制する機構を有する。また、材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置にあっては、材料ガスインジェクタ近傍での材料ガスの反応を抑制する。具体的には、プラズマ発生室と基板処理室の間に不活性ガスを噴射する機構を有することで達成できる。

【0012】不活性ガスを噴射する機構を備えることで、材料ガスインジェクタや中間メッシュプレート電極付近での早い膜前駆体生成を抑制することができるため、パーティクルが発生せず、材料ガスインジェクタまたは中間メッシュプレート電極にパーティクルが付着するものが抑制または防止される。よって材料ガスインジェクタまたは中間メッシュプレート電極からパーティクルが浮遊して、被堆積基板上に付着することが抑制または防止され、欠陥のないMOS素子のゲート絶縁膜や層間絶縁膜を形成することが可能となる。

【0013】不活性ガスを噴出する機構としては、

(2)～(5)のような構成が考えられる。

(2) 中間メッシュプレート電極と材料ガスインジェクタの間に不活性ガスインジェクタを有する。

(3) 中間メッシュプレート電極が、プラズマ発生領域で生じたラジカルを通過させる孔と、不活性ガスを噴射する孔を有する。

(4) 中間メッシュプレート電極が、プラズマ発生領域で生じたラジカルを通過させる孔と、材料ガスを噴射させる孔と、不活性ガスを噴射する孔を有する。

(5) 上記ガスインジェクタが、プラズマ発生領域で生じたラジカルを通過させる孔と、材料ガスを噴射させる孔と、不活性ガスを噴射する孔を有する。

【0014】また上記の課題を解決するための他の手段として以下のものがある。

(6) 中間メッシュプレート電極(材料ガスインジェク

タを有する場合には、中間メッシュプレート電極または材料ガスインジェクタ)に堆積した膜が剥離するのを抑制する手段を有する。そのため、少なくとも中間メッシュプレート電極表面の材料と成膜材料の熱膨張係数差(および/または少なくとも材料ガスインジェクタ表面の材料と成膜材料の熱膨張係数差)が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さいことを特徴としている。

【0015】上記のような中間メッシュプレート電極または材料ガスインジェクタでは、CVDチャンバ温度が変化したときに、成膜材料との熱膨張係数差が小さいために、付着した膜にクラックが生じたり剥離したりすることが抑制または防止でき、膜片が材料ガスインジェクタまたは中間メッシュプレート電極から剥離、浮遊し *

材料

石英
ソーダ石灰ガラス
酸化チタニウム
アルミナ
チタン
シリコン
モリブデン
タングステン
タンタル

これらの材料のうち石英、アルミナが特に優れている。

【0018】中間メッシュプレート電極や材料ガスインジェクタ自身を作成する場合には、上記材料のうち、ソーダ石灰ガラス、チタン、モリブデン、タングステン、タンタルが適している。

【0019】このようなCVD装置の構成として、(7)～(10)のような構成が考えられる。

(7) 材料ガスインジェクタは、材料ガスインジェクタ材料と成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料で形成されている。

(8) 材料ガスインジェクタは、材料ガスインジェクタの被覆材料と成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料で被覆されている。

(9) 中間メッシュプレート電極は、中間メッシュプレート電極材料と成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料で形成されている。

(10) 中間メッシュプレート電極は、メッシュプレートの被覆材料と成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料で被覆されている。

【0020】また、上記(2)のような不活性ガスインジェクタを有する場合には、不活性ガスインジェクタと成膜材料の熱膨張係数が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さくなるような材料で、不活性ガス

*て、被堆積基板上に付着することが抑制または防止されるため、欠陥のないMOS素子のゲート絶縁膜や層間絶縁膜を形成することが可能となる。

【0016】成膜材料が、酸化シリコンや多結晶シリコン、非晶質シリコンである場合には、ステンレスの熱膨張係数が $14.7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、酸化シリコンの熱膨張係数が $0.4 \sim 1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、シリコンが $0.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であるので、これらの差よりも熱膨張係数差が小さくなるような材料で中間メッシュプレート電極や材料ガスインジェクタを形成するか、またはこれらの材料で中間メッシュプレート電極や材料ガスインジェクタを被覆すればよい。このような被覆に適した材料としては以下のようなものがある。

【0017】

熱膨張係数($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)

0.4～0.55
8～9
9
8.3
8.4
5
4.9
4.6
6.5

※ンジェクタを被覆するか、もしくは、そのような材料で不活性ガスインジェクタを作成することもできる。

【0021】また上記の課題を解決するための他の手段として以下のものがある。

(11) 前記中間メッシュプレート電極または材料ガスインジェクタへの酸化シリコン粉状パーティクル堆積を抑制するよう、前記中間メッシュプレート電極または材料ガスインジェクタが 100°C 以上の温度を有することができるような構造であることを特徴としている。

【0022】上記のような中間メッシュプレート電極または材料ガスインジェクタでは、その表面温度が 100°C 以上に保たれるため、中間メッシュプレート電極または材料ガスインジェクタに付着する膜は緻密な膜となり、パーティクル状の膜が付着するのを抑制または防止できる。よって中間メッシュプレート電極または材料ガスインジェクタからパーティクルが浮遊して、被堆積基板上に付着することが抑制または防止され、欠陥のないMOS素子のゲート絶縁膜や層間絶縁膜を形成することが可能となる。

【0023】このようなCVD装置の構成として、(12)～(17)のような構成が考えられる。

(12) 材料ガスインジェクタが、発熱体を含んで構成されている。

(13) 中間メッシュプレート電極が、発熱体を含んで構成されている。

(14) 材料ガスインジェクタが、発熱体と接続されて

いる。

(15) 中間メッシュプレート電極が、発熱体と接続されている。

(16) 材料ガスインジェクタは、ヒーターを備える基板設置側電極との距離が120mm以下である。

(17) 中間メッシュプレートは、ヒーターを備える基板設置側電極との距離が120mm以下である。

【0024】また、上記(2)のような不活性ガスインジェクタを有する場合には、不活性ガスインジェクタが、発熱体を含んで構成されている、あるいは発熱体と接続されている、あるいはヒーターを備える基板設置側電極との距離が120mm以下であることにより目的が達成される。

【0025】さらに、以上の装置において、中間メッシュプレート電極を四角形とすることができる。近年、基板が大型化し、従来の円形の中間メッシュプレートを使用していたのではプラズマCVD装置もますます大型化してしまう。基板の形状に合わせて、中間メッシュプレート電極を四角形とすることで、装置の小型化を図ることができる。

【0026】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を、図を参照しながら説明する。

【0027】(実施形態1) 本発明の第1の実施の形態を平行平板リモートプラズマCVDによる酸化シリコン膜形成を例にとり、図1～図4を参照して詳細に説明する。図1は、本実施形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図であり、酸化シリコン成膜の様子を示したものである。図2は、この装置のリング状ガスインジェクタの下面図である。図3は、この装置の不活性ガス平面インジェクタの下面図である。図4は、図3の断面図である。

【0028】本発明における平行平板リモートプラズマCVD装置は、基本的には図1に示すように、真空排気可能な真空チャンバー、ガスシャワーヘッドを含む高周波印加電極1、ヒーターを含む基板側対向電極2、中間メッシュプレート電極11、リング状材料ガスインジェクタ8、およびリング状不活性ガスインジェクタ23によって構成されている。リング状材料ガスインジェクタ8の形状の一例を図2に示す。リング状不活性ガスインジェクタ23の形状も図2のリング状材料ガスインジェクタ8の形状と同様である。また前記中間メッシュプレート電極11のメッシュプレート孔径は、高周波印加電極1との間で発生させた酸素プラズマを効率よく閉じこめられるように、発生させた酸素プラズマにおけるプラズマのデバイ長と同程度の長さになっている。

【0029】酸化シリコン膜の形成方法は以下の通り。真空排気されたCVDチャンバー内で、ガスシャワーヘッドを含む高周波印加電極1に酸素ガス5を導入し、中間メッシュプレート電極11との間でグロー放電を起こ

させる。発生させた酸素プラズマ6は高周波印加電極1および中間メッシュプレート電極11の間で効率よく閉じこめられている。その結果、酸素プラズマ6中でのプラズマ密度が 10^{10} cm^{-3} 程度であるのに対し、中間メッシュプレート電極11と基板側対向電極2との間のプラズマ密度は $10^5 \sim 10^6 \text{ cm}^{-3}$ 程度となっている。酸素プラズマ中では酸素イオン、電子、および励起された中性の酸素ラジカルなどが存在し、酸素イオンと電子は電界および拡散により被堆積基板3の方向へ、酸素ラジカル7は拡散により被堆積基板3の方向へ向かう。ただし被堆積基板3へ向かう酸素イオンのフラックスは、プラズマ外であるために酸素ラジカル7のフラックスに比べて非常に小さいため、酸化シリコン形成には酸素ラジカル7の寄与が支配的である。拡散した酸素ラジカル7は材料ガスインジェクタ8から噴射されたモノシランガス9と反応して酸化シリコン前駆体10を形成し、被堆積基板3上に酸化シリコン膜4を形成する。

【0030】前述したように中間メッシュプレート電極11と基板側対向電極2との間のプラズマ密度は非常に低くなっているために、通常の平行平板プラズマCVD法に比べて被堆積基板3へのプラズマダメージは低くなっている。この効果は、基板表面がMOS界面を形成するシリコン表面の場合に顕著に現れ、通常の平行平板プラズマCVD法で単結晶シリコン基板上に SiO_2 膜を形成した場合にそのMOS界面単位密度がミッドギャップ付近で $10^{11} \sim 10^{12} \text{ cm}^{-2} \text{ eV}^{-1}$ であるのに対し、平行平板リモートプラズマCVD法で SiO_2 膜を形成した場合には $10^{10} \text{ cm}^{-2} \text{ eV}^{-1}$ 台の低界面単位密度となる。

【0031】本実施形態の特徴は、中間メッシュプレート電極11とモノシランガス9を供給するリング状材料ガスインジェクタ8との間にヘリウムガスなどの不活性ガス24を供給するリング状不活性ガスインジェクタ23を有していることである。不活性ガス24が前記リング状不活性ガスインジェクタ23から供給されると、材料ガスインジェクタ8から供給されるモノシランガス9は中間メッシュプレート電極11側へ拡散しにくくなり、従来問題となっていた、中間メッシュプレート電極11への酸化シリコン粉状パーティクル付着が防止または抑制される。また不活性ガス24の存在のために、材料ガスインジェクタ8付近でのモノシランガス9と酸素ラジカル7との反応は抑制されるため、材料ガスインジェクタ8への酸化シリコン粉状パーティクルの付着も防止または抑制される。ここで前記不活性ガス24はヘリウムガスのほか、アルゴンガス、ネオンガスなど他の不活性ガスおよびそれら不活性ガスの組み合わせであればよい。

【0032】上記実施形態では不活性ガスインジェクタ23はリング状であったが、図3に示すような平面インジェクタでもよい。図3および図4に平面インジェクタ

の上面図と側面図を示す。平面インジェクタとする場合には、中間メッシュプレート電極を通過してきた酸素ラジカル等が通る酸素ラジカル通過孔25を設ける。酸素ラジカル通過孔25と不活性ガス噴射孔28は独立した孔となっている。

【0033】このように、上記実施例における不活性ガスインジェクタは、そのガス噴射孔の位置が中間メッシュプレート電極および材料ガスインジェクタの間に位置するものであれば、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、必要に応じた形状をとることができる。

【0034】(実施形態2) 本発明の第2の実施の形態を平行平板リモートプラズマCVD法による酸化シリコン膜形成を例にとり、図5～図7を参照して詳細に説明する。図5は、第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図であり、酸化シリコン成膜の様子を示したものである。図6は、この装置の中間メッシュプレート電極の下面図である。図7は、中間メッシュプレート電極の酸素ラジカル通過孔の例を示した図である。

【0035】本発明における平行平板リモートプラズマCVD装置は、基本的には図5に示すように、真空排気可能な真空チャンバー、ガスシャワーヘッドを含む高周波印加電極1、ヒーターを含む基板側対向電極2、不活性ガス噴射孔を有する中間メッシュプレート電極29、リング状材料ガスインジェクタ8によって構成されている。

【0036】酸化シリコン膜の形成方法は以下の通り。真空排気されたCVDチャンバー内で、ガスシャワーヘッドを含む高周波印加電極1に酸素ガス5を導入し、不活性ガス噴射孔を有する中間メッシュプレート電極29との間でグロー放電を起こさせる。ここで中間メッシュプレート電極29の酸素ラジカル通過孔30の孔径は、高周波印加電極1との間で発生させた酸素プラズマを効率よく閉じこめられるように、発生させた酸素プラズマにおけるプラズマのデバイ長と同程度の長さになっている(図6)。通過孔30を通して拡散したラジカル7は、リング状材料ガスインジェクタ8から噴射されたモノシランガス9と反応して酸化シリコン前駆体10を形成し、被堆積基板3上に酸化シリコン膜4を形成する。

【0037】なお、上記実施形態における酸素ラジカル通過孔30は、図7に示すように、発生させたプラズマを閉じこめ可能なメッシュプレート32などを孔30内に有していれば、通過孔30の径はプラズマを閉じこめるための寸法でなくても良い。

【0038】本実施形態の特徴は、中間メッシュプレート電極29が図5および図6に示すように不活性ガス噴射孔28を有していることである。不活性ガス24が不活性ガス噴射孔28から噴射されると、材料ガスインジェクタ8から供給されるモノシランガス9は中間メッシュプレート29側へ拡散しにくくなり、従来問題となっ

ていた、中間メッシュプレート電極29への酸化シリコン粉状パーティクル付着が防止または抑制される。ここで前記不活性ガス24はヘリウムガスのほか、アルゴンガス、ネオンガスなど他の不活性ガスおよびそれら不活性ガスの組み合わせであればよい。

【0039】(実施形態3) 本発明の第3の実施の形態を平行平板リモートプラズマCVDによる酸化シリコン膜形成を例にとり、図8～図10を参照して詳細に説明する。図8は、第3の実施形態における平行平板プラズマCVD装置の概略図であり、酸化シリコン成膜の様子を示したものである。図9は、この装置の中間メッシュプレート電極の下面図、図10は図9の断面図である。

【0040】本発明における平行平板リモートプラズマCVD装置は、基本的には図8に示すように、真空排気可能な真空チャンバー、ガスシャワーヘッドを含む高周波印加電極1、ヒーターを含む基板側対向電極2、プラズマ閉じこめ可能な酸素ラジカル通過孔およびモノシラン噴射孔および不活性ガス噴射孔を同一面に有する中間メッシュプレート電極26によって構成されている。ここで中間メッシュプレート電極26は材料ガスインジェクタの機能を兼ねることになる。

【0041】酸化シリコン膜の形成方法は以下の通り。真空排気されたCVDチャンバー内で、ガスシャワーヘッドを含む高周波印加電極1に酸素ガス5を導入し、中間メッシュプレート電極26との間でグロー放電を起こさせる。ここで前記中間メッシュプレート電極26の酸素ラジカル通過孔30の径は、高周波印加電極1との間で発生させた酸素プラズマを効率よく閉じこめられるように、発生させた酸素プラズマにおけるプラズマのデバイ長と同程度の長さになっている。酸素ラジカル通過孔30を通して拡散したラジカル7は、中間メッシュプレート電極26のモノシラン噴射孔27から噴射されたモノシランガス9と反応して酸化シリコン前駆体10を形成し、被堆積基板3上に酸化シリコン膜4を形成する。

【0042】なお、上記実施形態における酸素ラジカル通過孔30は、第2の実施の形態の図7に示すように、発生させたプラズマを閉じこめ可能なメッシュプレート32などを孔30内に有していれば、孔30の径はプラズマを閉じこめるための寸法でなくても良い。

【0043】本実施形態の特徴は、図8および図9に示すように中間メッシュプレート電極26自身が酸素ラジカル通過孔30、モノシラン噴射孔27および不活性ガス噴射孔28を同一面に有しており、図9および図10に示すように酸素ラジカル通過孔30、モノシラン噴射孔27および不活性ガス噴射孔28がそれぞれ独立であることである。不活性ガスは酸素ラジカル通過孔28とモノシラン通過孔27のそれぞれを囲むように存在しているため、中間メッシュプレート電極26の近くでの酸素ラジカル7とモノシラン9の反応は著しく抑制される。このため従来問題となっていた、中間メッシュプレ

ート電極およびガスインジェクタへの酸化シリコン粉状パーティクル付着が防止または抑制される。ここで前記不活性ガス24はヘリウムガスのほか、アルゴンガス、ネオンガスなど他の不活性ガスおよびそれら不活性ガスの組み合わせであればよい。

【0044】(実施形態4)本発明の第4の実施の形態を平行平板リモートプラズマCVDによる酸化シリコン膜形成を例にとり、図11および図12を参照して詳細に説明する。図11は、第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図であり、酸化シリコン成膜の様子を示したものである。図12は、この装置の平面インジェクタの下面図である。

【0045】本発明における平行平板リモートプラズマCVD装置は、基本的には図11に示すように、真空排気可能な真空チャンバー、ガスシャワーヘッドを含む高周波印加電極1、ヒーターを含む基板側対向電極2、中間メッシュプレート電極11、酸素ラジカル通過孔およびモノシラン噴射孔および不活性ガス噴射孔を同一面に有する平面インジェクタ31によって構成されている。

【0046】酸化シリコン膜の形成方法は以下の通り。真空排気されたCVDチャンバー内で、ガスシャワーヘッドを含む高周波印加電極1に酸素ガス5を導入し、中間メッシュプレート電極11との間でグロー放電を起こさせる。高周波印加電極1と中間メッシュプレート電極11でのプラズマ閉じ込めに関しては上記第1の実施例と同様である。拡散した酸素ラジカル7は、平面インジェクタ31の酸素ラジカル通過孔25を通過し、平面インジェクタ31から噴射されたモノシランガス9と反応して酸化シリコン前駆体10を形成し、被堆積基板3上に酸化シリコン膜4を形成する。

【0047】本実施形態の特徴は、図11に示すように中間メッシュプレート電極11と基板側対向電極2との間に酸素ラジカル通過孔、モノシラン噴射孔および不活性ガス噴射孔を同一面に有する平面インジェクタ31を有していること、および図12に示すように平面インジェクタ31における酸素ラジカル通過孔25、モノシラン噴射孔27および不活性ガス噴射孔28がそれぞれ独立に存在していることである。不活性ガスは酸素ラジカル通過孔28とモノシラン噴射孔27のそれぞれを囲むように存在しているため、平面インジェクタ31の近くでの酸素ラジカル7とモノシラン9の反応は著しく抑制される。このため従来問題となっていた、ガスインジェクタへの酸化シリコン粉状パーティクル付着が防止または抑制される。また平面インジェクタではモノシランがプラズマ発生領域側へ拡散することはほとんどないため、中間メッシュプレート電極11への酸化シリコン粉状パーティクル付着も防止または抑制される。ここで前記不活性ガス24はヘリウムガスのほか、アルゴンガス、ネオンガスなど他の不活性ガスおよびそれら不活性ガスの組み合わせであればよい。

【0048】(実施形態5)本発明の第5の実施の形態を図13を参照して詳細に説明する。

【0049】本発明における平行平板リモートプラズマCVD装置の構成は、材料ガスインジェクタ材料以外は、基本的に図28に示す従来例の平行平板リモートプラズマCVD装置と同様であり、第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置および第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置などにも適用できる。

【0050】本実施形態の特徴は、モノシランなどの材料ガスを供給する材料ガスインジェクタの材料にあり、材料ガスインジェクタ材料と成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料となっている。成膜材料が酸化シリコンの場合、前記のような材料としては石英が適しており、例えば図1におけるリング状材料ガスインジェクタ8を石英製とすればよい。

【0051】図13に本実施形態における石英製材料ガスインジェクタ33の長さ方向断面図を示す。インジェクタは石英で作製されており、モノシランガス噴射孔19が開孔されている。この材料ガスインジェクタに酸化シリコン膜が付着し、厚膜化しても、酸化シリコン厚膜18と石英製材料ガスインジェクタ33の熱膨張係数はほぼ同じであるため、熱変化によるクラックなどは生じない。このため材料ガスインジェクタからの膜片剥離も起こらない。

【0052】(実施形態6)本発明の第6の実施の形態を図14および図15を参照して詳細に説明する。

【0053】本実施形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の構成は、第5の実施の形態と同様である。

【0054】本実施形態の特徴は、モノシランなどの材料ガスを供給する材料ガスインジェクタを被覆すること、および被覆する材料にあり、材料ガスインジェクタ被覆材料と成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料となっている。成膜材料が酸化シリコンの場合、前記のような材料としては石英が適しており、例えば図28におけるステンレス製材料ガスインジェクタ22を付着力の強い酸化シリコン膜で被覆すればよい。

【0055】図14に本実施形態における材料ガスインジェクタの長さ方向断面図を、図15に材料ガスインジェクタの径方向断面図を示す。インジェクタ本体は例えばステンレス35で作製されており、前記ステンレスの外側表面が付着力の強い酸化シリコンで被覆されている。被覆方法としては、ステンレス表面へ高温で膜形成、あるいは石英加工品をステンレスに被せるなどがあげられる。この2層材料に所望のモノシランガス噴射孔19を開孔することで材料ガスインジェクタとなる。こ

の材料ガスインジェクタに酸化シリコン膜が付着し、厚膜化しても、酸化シリコン厚膜18と酸化シリコン被膜34の熱膨張係数はほぼ同じであるため、熱変化によるクラックなどは生じない。このため材料ガスインジェクタからの膜片剥離も起こらない。

【0056】(実施形態7)本発明の第7の実施の形態を図16を参照して詳細に説明する。

【0057】本実施形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の構成は、中間メッシュプレート以外は、基本的に図28に示す従来例の平行平板リモートプラズマCVD装置と同様であり、第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第3の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置および第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置などにも適用できる。

【0058】本実施形態の特徴は、プラズマ閉じ込めのための中間メッシュプレート電極の材料にあり、中間メッシュプレート電極材料と成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料となっている。成膜材料が酸化シリコンの場合、前記のような材料としては石英が適しており、例えば図28における中間メッシュプレート電極11を石英製とすればよい。

【0059】図16に本実施形態における中間メッシュプレート電極の断面図を示す。中間メッシュプレート電極42が石英で作製されており、酸素プラズマ閉じこめ可能な構造の酸素ラジカル通過孔30が設けられている。酸素プラズマ閉じこめ可能な構造の酸素ラジカル通過孔30は、発生させたプラズマのデバイ長と同程度の径の通過孔、または発生させたプラズマのデバイ長と同程度のサイズの孔を有するメッシュプレートに有する通過孔などである。

【0060】この中間メッシュプレート電極に酸化シリコン膜が付着し、厚膜化しても、酸化シリコン厚膜18と石英製中間メッシュプレート電極42の熱膨張係数はほぼ同じであるため、熱変化によるクラックなどは生じない。このため石英製中間メッシュプレート電極42からの膜片剥離も起こらない。

【0061】(実施形態8)本発明の第8の実施の形態を図17を参照して詳細に説明する。

【0062】本実施形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の構成は、中間メッシュプレート以外は、基本的に図28に示す従来例の平行平板リモートプラズマCVD装置と同様であり、第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第3の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置および第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置などにも適用できる。

【0063】本実施形態の特徴は、プラズマ閉じ込めのための中間メッシュプレート電極を被覆すること、および被覆する材料にあり、中間メッシュプレート被覆材料と成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料となっている。成膜材料が酸化シリコンの場合、前記のような材料としては石英が適しており、例えば図28における中間メッシュプレート電極11を付着力の強い酸化シリコン膜で被覆すればよい。

10 【0064】図17に本実施形態における中間メッシュプレート電極の断面図を示す。中間メッシュプレート本体は例えばステンレス35で作製されており、前記ステンレスの表面の少なくとも材料ガスインジェクタ側の表面が付着力の強い酸化シリコン膜で被覆されている。付着力の強い酸化シリコン膜は高温CVD法や高圧CVD法により形成できる。被覆はステンレス表面全面になされてもよいが、材料ガスインジェクタ側の表面のみを被覆した場合は、安定したプラズマ閉じ込めを行うことができる。被覆方法としては、ステンレス表面への膜形成、石英加工品をステンレスに被せるなどがあげられる。この2層材料に酸素プラズマ閉じこめ可能な構造の酸素ラジカル通過孔30を設けることで、中間メッシュプレート電極となる。酸素プラズマ閉じこめ可能な構造の酸素ラジカル通過孔30は、発生させたプラズマのデバイ長と同程度の径の通過孔、または発生させたプラズマのデバイ長と同程度のサイズの孔を有するメッシュプレートに有する通過孔などである。

30 【0065】この中間メッシュプレート電極に酸化シリコン膜が付着し、厚膜化しても、酸化シリコン厚膜18と酸化シリコン被膜34の熱膨張係数はほぼ同じであるため、熱変化によるクラックなどは生じない。このため石英製中間メッシュプレート電極42からの膜片剥離も起こらない。

【0066】(実施形態9)本発明の第9の実施の形態を図18～図20を参照して詳細に説明する。

【0067】本実施形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の構成は、材料ガスインジェクタ以外は、基本的に図28に示す従来例の平行平板リモートプラズマCVD装置と同様であり、第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第3の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置および第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置などにも適用できる。

【0068】本実施形態の特徴は、材料ガスインジェクタが発熱体を含んで構成されていることである。

【0069】図18～図20は発熱体を含む材料ガスインジェクタの例であり、それぞれチューブ状ガスインジェクタの場合の径方向断面図を示している。

50 【0070】図18に示すガスインジェクタはステンレ

ス35に窒化硼素セラミクス36／グラファイト37／窒化硼素セラミクス36の3層構造セラミクスヒーターを被覆し、さらに汚染防止のために最表面を酸化シリコン34で被覆している。セラミクスヒーターはグラファイトへの通電による発熱を利用しており、窒化硼素セラミクス36は電氣的絶縁の役割を果たしている。窒化硼素セラミクス36およびグラファイト37は高温の化学的気相成長法（CVD法）により形成可能であるため、図示したようなチューブ状ガスインジェクタ上への形成も可能である。図18においてステンレス35は石英など他の材料でも良く、また酸化シリコン被膜34はなくてもよい。さらにヒーターについても材料に関する制限はなく、インジェクタを被覆して形成できるヒーターであればよい。

【0071】図19に示すガスインジェクタはステンレス35に酸化シリコン被膜34を施したチューブ状ガスインジェクタが基本形であり、その管内に棒状のヒーター38を有している。棒状ヒーター38としては、例えば酸化マグネシウム絶縁シース型フレキシブルマイクロヒーターなどがあげられる。前記マイクロヒーターは直径1mm程度のものが作製可能であるため、図19の構造に適している。図19においてステンレス35は石英など他の材料でも良く、また酸化シリコン被膜34はなくてもよい。またヒーターについても材料や構造に関する制限はなく、インジェクタ管内に設置できるように管径よりも小さい径を有する棒状ヒーターであればよい。

【0072】図20に示すガスインジェクタはステンレス35に酸化シリコン被膜34を施したチューブ状ガスインジェクタが基本形であり、その管の外表面に棒状ヒーター38を有している。棒状ヒーター38の構成は上記図19の例と同様である。図20においてステンレス35は石英など他の材料でも良く、また酸化シリコン被膜34はなくてもよい。またヒーターについても材料や構造に関する制限はない。

【0073】上記の例ではチューブ状ガスインジェクタのみについて記したが、第3の実施の形態や第4の実施の形態で示したような平面プレート状ガスインジェクタなどにも適用できる。

【0074】以上のように、ガスインジェクタを発熱体を含んで構成することにより、ガスインジェクタの表面温度を高温に保つことができる。インジェクタを加熱せずに酸化シリコン膜形成を行った場合は、モノシランガスインジェクタ付近での反応が早く、温度が低いために、材料ガスインジェクタには酸化シリコン粉状パーティクルが付着し、付着力が弱いためにチャンバ内に浮遊してしまうが、100℃程度に加熱すれば非常に細かいパーティクルとなり、付着力も強くなる。そして更に150～200℃程度に加熱すれば、材料ガスインジェクタには膜状の酸化シリコンが付着することになり、パーティクル浮遊はなくなる。

【0075】（実施形態10）本発明の第10の実施の形態を図21および図22を参照して詳細に説明する。

【0076】本実施形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の構成は、中間メッシュプレート電極以外は、基本的に図28に示す従来例の平行平板リモートプラズマCVD装置と同様であり、第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第3の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置および第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置などにも適用できる。

【0077】本実施形態の特徴は、中間メッシュプレート電極が発熱体を含んで構成されていることである。

【0078】図21および図22は発熱体を含む中間メッシュプレート電極の例であり、それぞれ断面図を示している。

【0079】図21に示す中間メッシュプレート電極はステンレス35に窒化硼素セラミクス36／グラファイト37／窒化硼素セラミクス36の3層構造セラミクスヒーターを被覆し、さらに汚染防止のために最表面を酸化シリコン34で被覆している。図21で、プラズマ発生領域をヒーターおよび酸化シリコンで被覆していないのは、プラズマの安定化を図るためであり、両面をヒーターおよび酸化シリコンで被覆してもよい。窒化硼素セラミクス36およびグラファイト37は高温の化学的気相成長（CVD）により形成可能であるため、様々な構造のヒーターを形成できるという利点を持っている。図21において酸化シリコン被膜34はなくてもよく、またヒーター材料に関する制限はなく中間メッシュプレート電極を被覆して形成できるヒーターであればよい。

【0080】図22に示す中間メッシュプレート電極は、棒状ヒーターを網状にし、ヒーター自身がプラズマ閉じ込めの機能を果たすものである。棒状ヒーター38としては、例えば酸化マグネシウム絶縁シース型フレキシブルマイクロヒーターなどがあげられる。上記マイクロヒーターは直径1mm程度のものが作製可能であり柔軟性にも富んでいるため、図22の構造に適している。棒状ヒーターの形成するメッシュプレートの孔径は、発生させたプラズマのデバイ長と同程度のサイズとなっており、プラズマを効率よく閉じこめることができる。なお棒状ヒーター38については材料や構造に関する制限はなく、プラズマ閉じ込めと発熱の両機能を果たせるものであればどのような棒状ヒーターであってもよい。

【0081】以上のように、中間メッシュプレート電極を発熱体を含んで構成することにより、中間メッシュプレート電極の表面温度を高温に保つことができる。中間メッシュプレート電極を加熱せずに酸化シリコン膜形成を行った場合は、中間メッシュプレート電極には拡散してきたモノシランガスのために酸化シリコン粉状パーティクルが付着し、付着力が弱いためにチャンバ内に浮遊

してしまう。ここで中間メッシュプレート電極を100℃程度に加熱すれば非常に細かいパーティクルとなり、付着力も強くなる。更に150～200℃程度に加熱すれば、中間メッシュプレート電極には膜状の酸化シリコンが付着することになり、パーティクル浮遊はなくなる。

【0082】(実施形態11)本発明の第11の実施の形態を図23および図24を参照して詳細に説明する。

【0083】本発明における平行平板リモートプラズマCVD装置の構成は、材料ガスインジェクタおよびその関連部以外は、基本的に図28に示す従来例の平行平板リモートプラズマCVD装置と同様であり、第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第3の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置および第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置などにも適用できる。

【0084】本発明の特徴は、材料ガスインジェクタが発熱体と接続されていることである。

【0085】図23および図24は発熱体と接続された材料ガスインジェクタの例であり、図23はリモートプラズマCVD装置の断面概略図における発熱体の位置を、図24はリング状材料ガスインジェクタを装置下面から見たときの概略図を示している。発熱体としては、200℃程度の発熱が可能で、発熱体からのチャンバ汚染が抑制されているものであれば、シースヒーター、セラミックヒーターなどどのようなヒーターであっても良い。

【0086】図23および図24に示すように、発熱体39は材料ガスインジェクタ8の主機能部分以外の位置で材料ガスインジェクタに接続されているため、材料ガスインジェクタは少なくとも金属を含む構造であり、その金属に発熱体39が接することが必要である。金属に発熱体39が接続されれば、その金属を介して、熱が材料ガスインジェクタ全体に伝導する。このようにガスインジェクタの主機能部分以外の位置に発熱体を設置することにより、CVDとしての機能を何ら制限することがなくなる、という利点を有する。

【0087】このように、ガスインジェクタを発熱体と接続させることにより、ガスインジェクタの温度を高温に保つことができる。インジェクタを加熱せずに酸化シリコン膜形成を行った場合は、モノシランガスインジェクタ付近での反応が早く、温度が低いために、材料ガスインジェクタには酸化シリコン粉状パーティクルが付着し、付着力が弱いためにチャンバ内に浮遊してしまうが、100℃程度に加熱すれば非常に細かいパーティクルとなり、付着力も強くなる。そして更に150～200℃程度に加熱すれば、材料ガスインジェクタには膜状の酸化シリコンが付着することになり、パーティクル浮

遊はなくなる。

【0088】(実施形態12)本発明の第12の実施の形態を図25および図26を参照して詳細に説明する。

【0089】本実施形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の構成は、中間メッシュプレート電極およびその関連部以外は、基本的に図28に示す従来例の平行平板リモートプラズマCVD装置と同様であり、第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第3の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置および第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置などにも適用できる。

【0090】本実施形態の特徴は、中間メッシュプレート電極が発熱体と接続されていることである。

【0091】図25および図26は発熱体と接続された中間メッシュプレート電極の例であり、図25はリモートプラズマCVD装置の断面概略図における発熱体の位置を、図26は中間メッシュプレート電極を装置下面から見たときの概略図を示している。発熱体としては、200℃程度の発熱が可能で、発熱体からのチャンバ汚染が抑制されているものであれば、シースヒーター、セラミックヒーターなどどのようなヒーターであっても良い。

【0092】図25および図26に示すように、発熱体39は中間メッシュプレート電極11の主機能部分以外の位置で材料ガスインジェクタに接続されているため、中間メッシュプレート電極は少なくとも金属を含む構造であり、その金属に発熱体39が接することが必要である。金属に発熱体39を接続すれば、メッシュプレート全体に熱が伝導する。図26の例ではメッシュプレート11の外周すべてに発熱体39を接続しているが、部分的に接続した構成でも良い。中間メッシュプレート電極の主機能部分以外の位置に発熱体を設置することにより、CVDとしての機能を何ら制限することがなくなる、という利点も有している。

【0093】このように、中間メッシュプレート電極を発熱体と接続することにより、中間メッシュプレート電極の温度を例えば100℃や200℃といった温度に保つことができる。中間メッシュプレート電極を加熱せずに酸化シリコン膜形成を行った場合は、中間メッシュプレート電極には拡散してきたモノシランガスのために酸化シリコン粉状パーティクルが付着し、付着力が弱いためにチャンバ内に浮遊してしまう。ここで中間メッシュプレート電極を100℃程度に加熱すれば非常に細かいパーティクルとなり、付着力も強くなる。更に150～200℃程度に加熱すれば、中間メッシュプレート電極には膜状の酸化シリコンが付着することになり、パーティクル浮遊はなくなる。

【0094】(実施形態13)本発明の第13の実施の

形態を図27を参照して詳細に説明する。

【0095】本実施形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の構成は、基本的に図28に示す従来例の平行平板リモートプラズマCVD装置と同様であり、第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第3の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置および第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置などにも適用できる。

【0096】本実施形態の特徴は、ヒーターを含む基板側対向電極と材料ガスインジェクタの距離、およびヒーターを含む基板側対向電極と中間メッシュプレート電極の距離を指定距離以下にすることにある。

【0097】図27は基本的な平行平板リモートプラズマCVD装置において、ヒーターを含む基板側対向電極2と材料ガスインジェクタ8の距離、およびヒーターを含む基板側対向電極2と中間メッシュプレート電極11の距離を示したものである。

【0098】図27に示した、ヒーターを含む基板側対向電極2と材料ガスインジェクタ8の距離40およびヒーターを含む基板側対向電極2と中間メッシュプレート電極11の距離41は、短いほど基板側対向電極2のヒーターからの輻射熱および伝導熱の影響で熱せられ易い。また、チャンバ内圧力が高いほど、基板側対向電極2のヒーターの温度が高いほど熱せられ易い。典型的なプラズマCVD法の圧力は13~130Pa、ヒーター温度は200~350℃であり、この範囲内で最も材料ガスインジェクタまたは中間メッシュプレート電極の加熱が容易なのは、圧力130Pa、ヒーター温度350℃の条件、もっとも加熱が困難なのは、圧力13Pa、ヒーター温度200℃の条件である。前者の条件で、材料ガスインジェクタ8または中間メッシュプレート電極11の温度を100℃以上とするには、前記距離40または距離41は0~120mmであればよい。また後者の条件で材料ガスインジェクタ8または中間メッシュプレート電極11の温度を100℃以上とするには、前記距離40または距離41は0~60mmであればよい。

【0099】このように、材料ガスインジェクタ8および中間メッシュプレート電極11とヒーターを含む基板側対向電極2の距離を指定距離以下とし、基板側対向電極2のヒーターの輻射熱および伝導熱を利用することにより、特殊な構造を追加せずに材料ガスインジェクタ8および中間メッシュプレート電極11を高温に保つことが可能となる。

【0100】材料ガスインジェクタおよび中間メッシュプレート電極を加熱せずに酸化シリコン膜形成を行った場合は、材料ガスインジェクタおよび中間メッシュプレート電極には酸化シリコン粉状パーティクルが付着し、付着力が弱いためにチャンバ内に浮遊してしまう。とこ

ろが材料ガスインジェクタおよび中間メッシュプレート電極が100℃程度に加熱されていれば非常に細かいパーティクル、あるいは膜状の酸化シリコンとなり、付着力も強くなるため、パーティクル浮遊は激減する。

【0101】以上の実施の形態においては、モノシランと酸素を用いた酸化シリコン膜形成を例にあげて本発明の説明を行ったが、モノシランのかわりにジシランなどの高次シランやTEOS (Tetraethoxysilane) などの液体Si原料などでもよく、酸素のかわりに亜酸化窒素、酸化窒素などを用いても良い。

【0102】また実施の形態における実施例は、酸化シリコン膜形成を例にあげて説明を行ったが、モノシランとアンモニアの反応による窒化シリコン膜形成、モノシランの分解による非晶質シリコン膜形成など他の材料のプラズマCVD成膜に関しても同様の効果を得ることができる。

【0103】さらに全ての実施の形態においては、平行平板リモートプラズマCVD装置を用いた例をあげたが、本発明は、プラズマ発生室と基板処理室の間に複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有するプラズマCVD装置であれば、マイクロ波プラズマ、電子サイクロトロン共鳴プラズマ、誘導結合プラズマ、ヘリコン波プラズマを用いたプラズマCVD装置など、どのような形態の装置であっても適用される。

【0104】

【発明の効果】本発明によって、材料ガスインジェクタおよび中間メッシュプレート電極への酸化シリコン粉状パーティクルの付着が防止または抑制されたこと、材料ガスインジェクタおよび中間メッシュプレート電極からの膜片の剥離が防止または抑制されたことにより、基板への酸化シリコン粉状パーティクル付着および基板への酸化シリコン膜片の付着は防止または抑制され、MOS素子のゲート絶縁膜や層間絶縁膜に好適な酸化シリコン膜を形成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、リング状ガスインジェクタの下面図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、不活性ガス平面インジェクタの下面図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、不活性ガス平面インジェクタの側断面図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図である。

【図6】本発明の第2の実施の形態における平行平板リ

リモートプラズマCVD装置の、中間メッシュプレート電極の下面図である。

【図7】本発明の第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、中間メッシュプレート電極の酸素ラジカル通過孔の例を示した図である。

【図8】本発明の第3の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図である。

【図9】本発明の第3の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、中間メッシュプレート電極の下面図である。

【図10】本発明の第3の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、中間メッシュプレート電極の側断面図である。

【図11】本発明の第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図である。

【図12】本発明の第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、平面インジェクタの下面図である。

【図13】本発明の第5の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、材料ガスインジェクタ 20の長さ方向断面図である。

【図14】本発明の第6の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、材料ガスインジェクタの長さ方向断面図である。

【図15】本発明の第6の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、材料ガスインジェクタの径方向断面図である。

【図16】本発明の第7の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、中間メッシュプレート電極の断面図である。

【図17】本発明の第8の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、中間メッシュプレート電極の断面図である。

【図18】本発明の第9の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、材料ガスインジェクタの第1の例の径方向断面図である。

【図19】本発明の第9の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、材料ガスインジェクタの第2の例の径方向断面図である。

【図20】本発明の第9の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、材料ガスインジェクタの第3の例の径方向断面図である。

【図21】本発明の第10の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、中間メッシュプレート電極の第1の例の断面図である。

【図22】本発明の第10の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、中間メッシュプレート電極の第2の例の断面図である。

【図23】本発明の第11の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図である。

【図24】本発明の第11の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、材料ガスインジェクタの下面図を中間メッシュプレート電極とともに示した図である。

【図25】本発明の第12の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図である。

【図26】本発明の第12の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、中間メッシュプレート電極の下面図を材料ガスインジェクタとともに示した 10図である。

【図27】本発明の第13の実施の形態および第13の実施の形態における、材料ガスインジェクタ、中間メッシュプレート電極およびヒーターを含む基板側対向電極の関係を示す平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図である。

【図28】従来の平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図である。

【図29】従来の材料ガスインジェクタの概略図である。

【符号の説明】

- 1 ガスシャワーヘッドを含む高周波印加電極
- 2 ヒーターを含む基板側対向電極
- 3 被堆積基板
- 4 酸化シリコン膜
- 5 酸素ガス
- 6 酸素プラズマ
- 7 酸素ラジカル
- 8 リング状材料ガスインジェクタ
- 9 モノシランガス
- 30 10 酸化シリコン前駆体
- 11 中間メッシュプレート電極
- 12 酸化シリコン粉状パーティクル
- 13 浮遊した酸化シリコン粉状パーティクル
- 14 被堆積基板に付着した酸化シリコン粉状パーティクル
- 15 真空排気口
- 16 チャンバ壁
- 17 熱膨張によるクラック
- 18 酸化シリコン厚膜
- 40 19 モノシランガス噴射孔
- 20 膜剥離
- 21 酸化シリコン剥離膜片
- 22 ステンレス製材料ガスインジェクタ
- 23 リング状不活性ガスインジェクタ
- 24 不活性ガス
- 25 酸素ラジカル通過孔
- 26 プラズマ閉じこめ可能な酸素ラジカル通過孔およびモノシラン噴射孔および不活性ガス噴射孔を同一面に有する中間メッシュプレート電極
- 50 27 モノシラン噴射孔

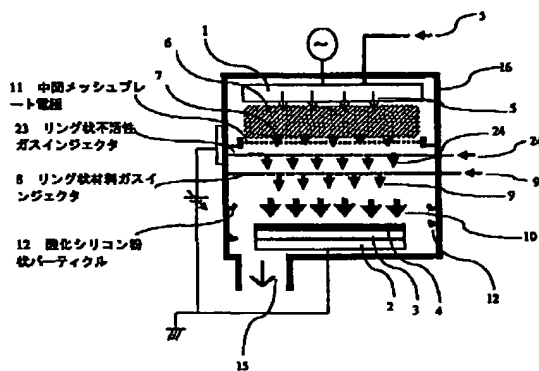
25

26

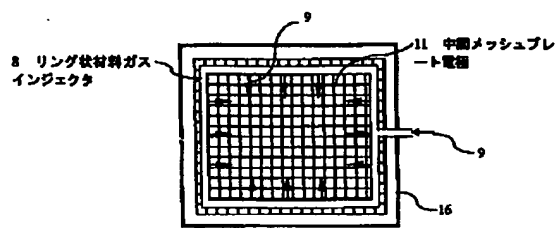
- 28 不活性ガス噴射孔
 29 不活性ガス噴射孔を有する中間メッシュプレート電極
 30 プラズマ閉じこめ可能な酸素ラジカル通過孔
 31 酸素ラジカル通過孔およびモノシラン噴射孔および不活性ガス噴射孔を同一面に有する平面インジェクタ
 32 プラズマ閉じこめ可能な酸素ラジカル通過孔の中のメッシュプレート
 33 石英製材料ガスインジェクタ
 34 酸化シリコン被膜

- 35 ステンレス
 36 窒化硼素セラミックス
 37 グラファイト
 38 棒状ヒーター
 39 発熱体
 40 材料ガスインジェクタと、ヒーターを備える基板設置側電極との距離
 41 中間メッシュプレート電極と、ヒーターを備える基板設置側電極との距離
 10 42 石英製中間メッシュプレート電極

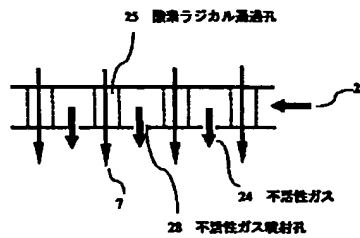
【図1】



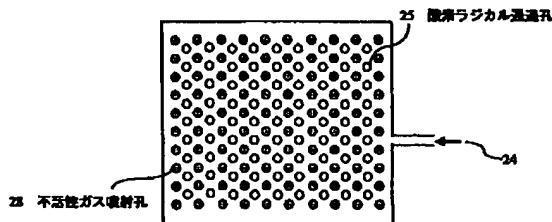
【図2】



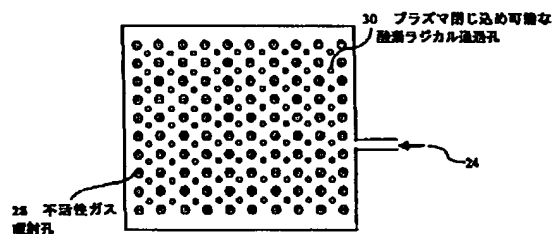
【図4】



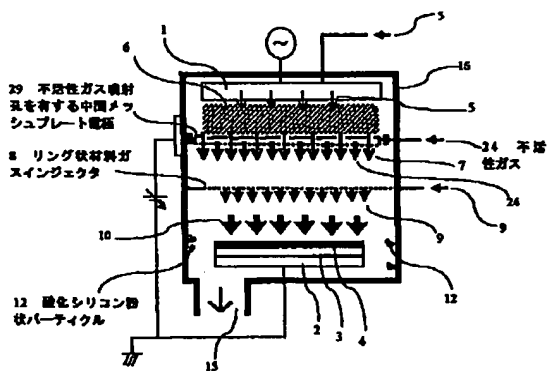
【図3】



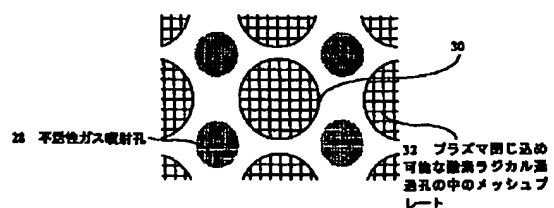
【図6】



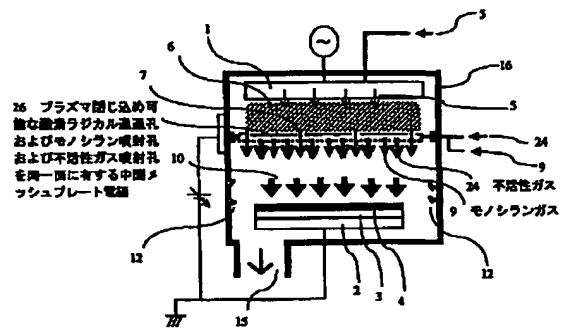
【図5】



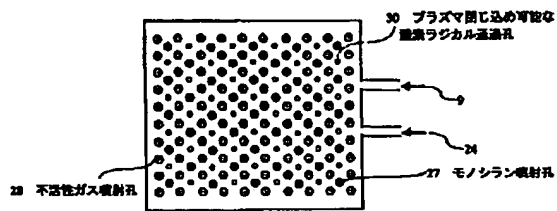
【図7】



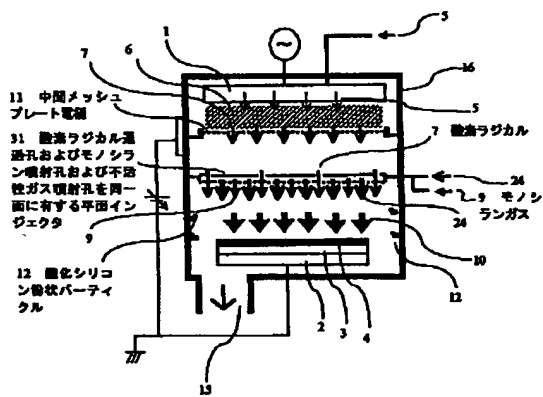
【図8】



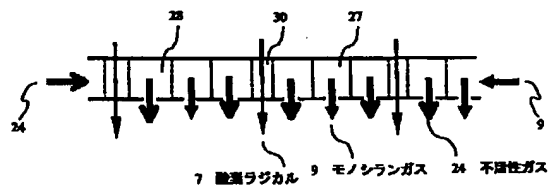
【図9】



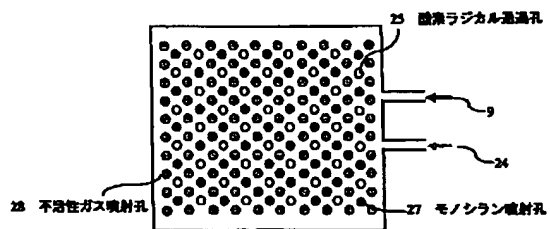
【図11】



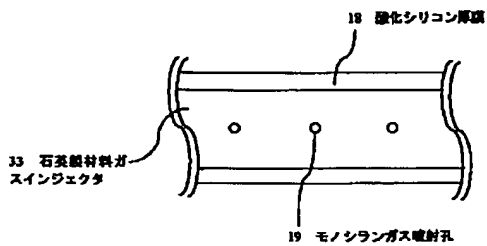
【図10】



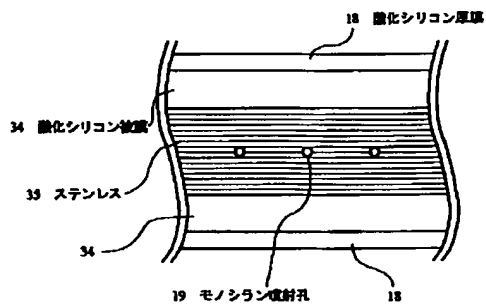
【図12】



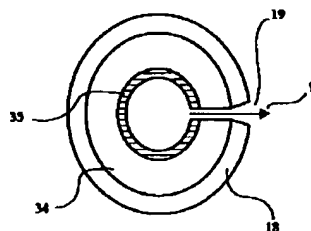
【図13】



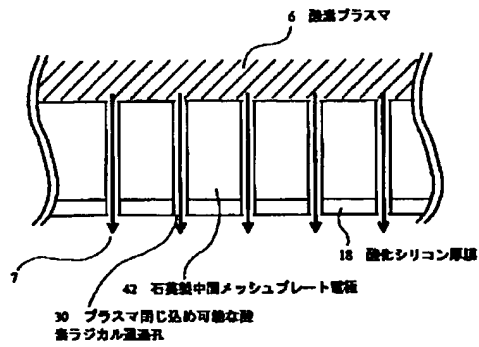
【図14】



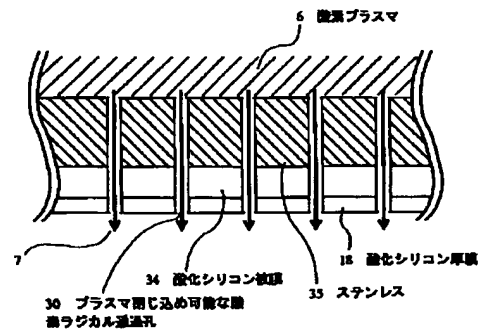
【図15】



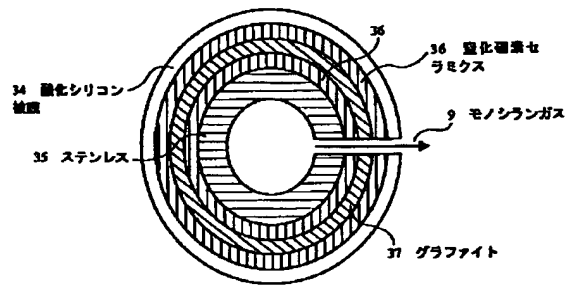
【図16】



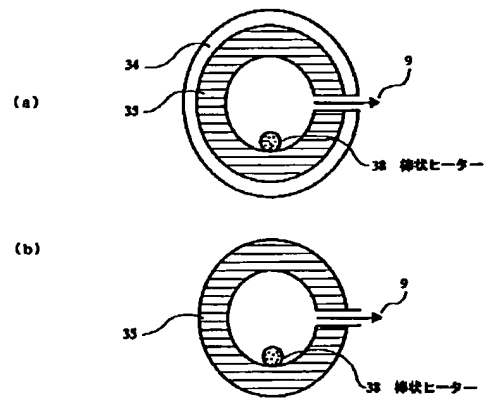
【図17】



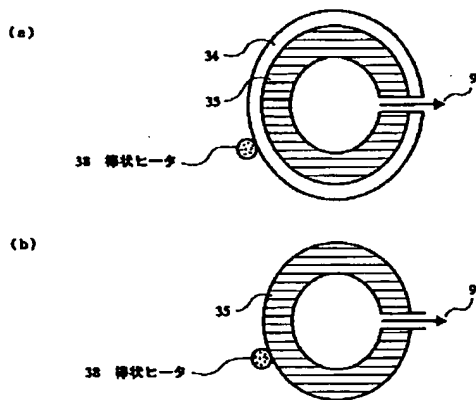
【図18】



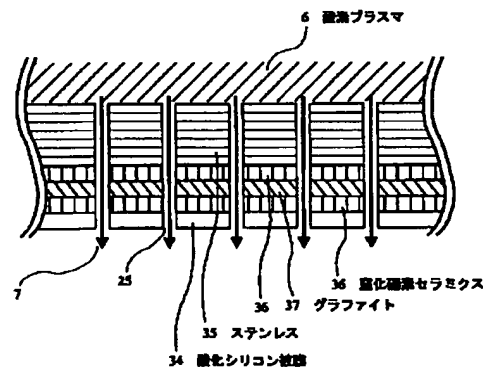
【図19】



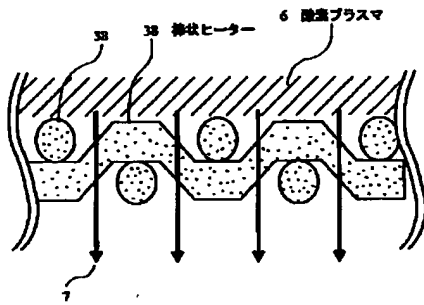
【図20】



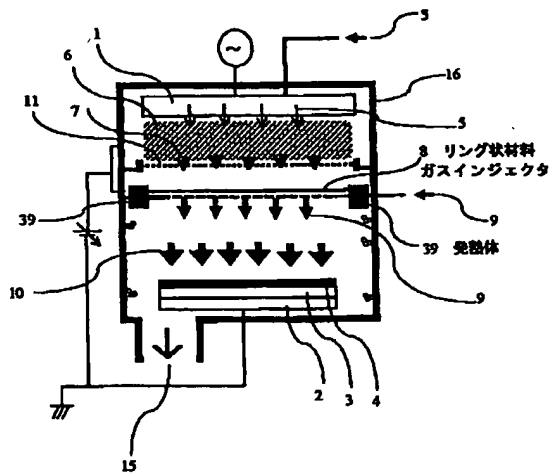
【図21】



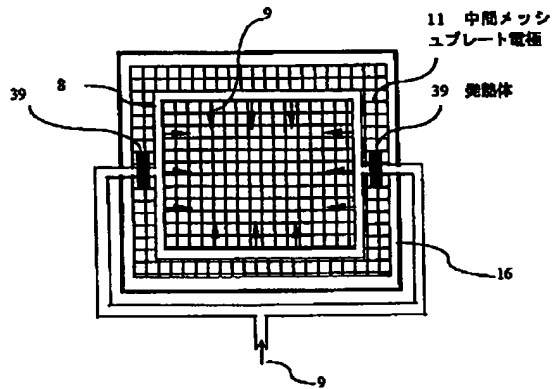
【図22】



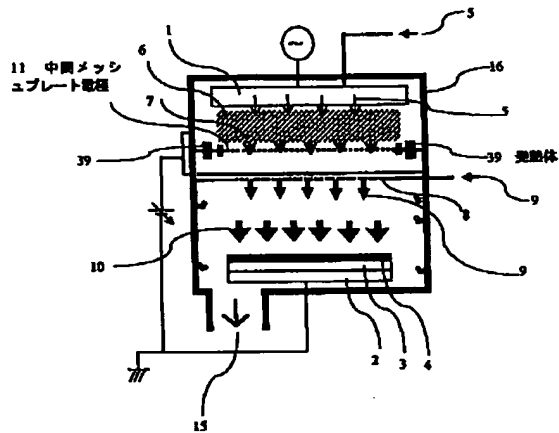
【図23】



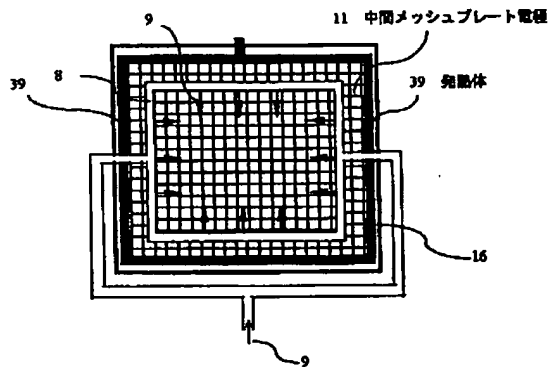
【図24】



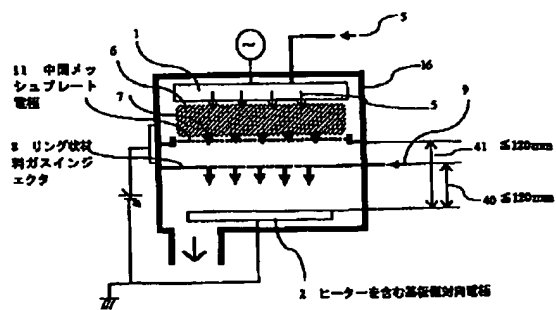
【図25】



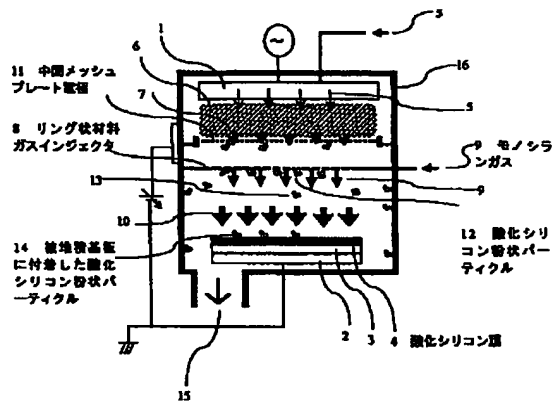
【図26】



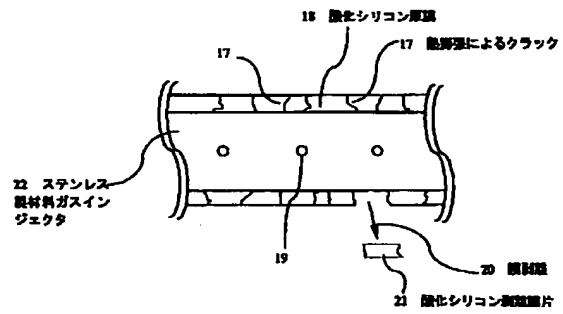
【図27】



【図28】



【図29】



CLIPPEDIMAGE= JP411168094A

PAT-NO: JP411168094A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11168094 A

TITLE: PLASMA CVD EQUIPMENT

PUBN-DATE: June 22, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
YUDA, KATSUHISA	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NEC CORP	N/A

APPL-NO: JP09332571

APPL-DATE: December 3, 1997

INT-CL (IPC): H01L021/31;C23C016/44 ;C23C016/50 ;H01L021/205

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress or prevent the generation and attachment of powdery particles which can easily attach to an intermediate mesh plate electrode and gas injector and also suppress or prevent the peel-off of a oxide film, which becomes thick on the surface of the intermediate mesh plate electrode and of the gas injector.

SOLUTION: Oxygen plasma 6 is generated between a high frequency applied electrode 1 and an intermediate mesh plate electrode 11, and oxygen radicals 7 which have passed through the intermediate mesh plate electrode 11 are caused to react with monosilane gas 9 to jet out from a flat injector 31 to form a silicon oxide film 4 on a substrate 3. Between a plurality of monosilane gas jetting holes and oxygen radical through-holes, which are formed independently in a flat injector, inactive gas jetting hole which jet out inactive gas such as a helium are formed. Consequently, rapid reaction between the oxygen radicals and monosilane gas near the flat injector is suppressed, and generation of silicon oxide powdery particles which tend to be generated by rapid reaction and their attachment to the flat injector is suppressed prevented.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO